

A. Criticità ambientali del contesto di riferimento

INDAGINE CONOSCITIVA DELLE CRITICITÀ AMBIENTALI DEL SITO DI INTERVENTO												
Caratteristiche di edifici e spazi aperti	Indicatori											
	ID	Nome	Descrizione	Valutazione	Modalità di analisi	Parametro	Unità di misura	Livello di criticità: ALTA	Livello di criticità: MEDIA	Livello di criticità: BASSA	Normativa/Standard di riferimento	Reference
Tutti gli hazard												
Caratteristiche del sito	VPRE_1	Topografia*	L'indicatore valuta la posizione dell'immobile rispetto all'altezza di una collina, cresta o scarpata. Si considera collina, cresta o scarpata un rilievo naturale con una pendenza > 3% rispetto al territorio circostante.	Quantitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Verificare la posizione in elevazione dell'immobile: suddividendo l'altezza della collina, crinale o scarpata in tre parti, verificare se l'immobile è collocato nella parte più bassa, intermedia o sommitale. La posizione determina una vulnerabilità diversa a seconda del pericolo più significativo a cui è soggetto il sito: individuare il livello di vulnerabilità tenendo in considerazione i risultati dell'analisi del pericolo climatico.	Quota dell'immobile	m	PERICOLO CLIMATICO: Inondazioni Quota bassa	PERICOLO CLIMATICO: Inondazioni Quota intermedia	PERICOLO CLIMATICO: Inondazioni Quota alta	n.d.	n.d.
	VPRE_2	Uso del suolo**	L'indicatore valuta l'uso del suolo prevalente nel territorio circostante il sito di intervento.	Qualitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Individuare le classi di uso del suolo all'interno della superficie territoriale di riferimento (S _r) costituita dall'area inclusa nel raggio di 1 km dal sito di intervento e calcolare la percentuale della classe prevalente rispetto all'area complessiva di S _r . Per l'individuazione delle classi, considerare le classi di primo livello CLC 2018 così come indicato da ISPRA: 1) aree artificiali; 2) aree agricole; 3) aree boschive e seminaturali; 4) zone umide; 5) corpi idrici.	Classe di uso del suolo prevalente	Adimensionale	PERICOLO CLIMATICO: Tempeste di vento Quota alta	PERICOLO CLIMATICO: Tempeste di vento Quota intermedia	PERICOLO CLIMATICO: Tempeste di vento Quota bassa		
Urbanizzazione	VPRE_3	Zonizzazione	L'indicatore valuta la zona territoriale omogenea all'interno della quale ricade il sito di intervento.	Qualitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Individuare l'area omogenea in cui è ubicato il sito di intervento: 1) ZONA A, centro storico; 2) ZONA B, zona di completamento; 3) ZONA C, zona di espansione; 4) ZONA D, zona industriale; 5) ZONA E, zona agricola; 6) ZONA F, zona servizi pubblici. Il livello di criticità associato è valutato rispetto all'eventuale aggiunta di nuova volumetria in aree già densamente edificate.	Zona Territoriale Omogenea	Adimensionale	Nuova costruzione in centro storico Nuova costruzione in zona di completamento	Nuova costruzione in zona servizi pubblici Edificio esistente in centro storico Edificio esistente in zona di completamento	Nuova costruzione in zona di espansione Nuova costruzione in zona industriale Nuova costruzione in zona agricola Edificio esistente in zona di espansione Edificio esistente in zona industriale Edificio esistente in zona agricola Edificio esistente in zona servizi pubblici	DM 1444/68	n.d.
	VPRE_4	Popolazione**	L'indicatore valuta la popolazione residente nel territorio circostante il sito di intervento.	Quantitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Calcolare il rapporto tra il numero di residenti (POP) all'interno della superficie territoriale di riferimento (S _{pop}) costituita dalle sezioni di censimento ISTAT ricadenti nell'area inclusa nel raggio di 1 km dal sito di intervento, secondo la seguente formula: D_{POP}=POP/S_{pop} . Individuare la classe di densità di appartenenza secondo la classificazione seguente: 1) bassa densità (D _{POP} <300 ab./km ²); 2) media densità (300 ab./km ² ≤D _{POP} <1500 ab./km ²); 3) alta densità (D _{POP} ≥1500 ab./km ²). <i>POP= popolazione residente all'interno della supeficie territoriale di riferimento;</i> <i>S_{pop} = superficie territoriale di riferimento (sezioni di censimento ricadenti nel sito di intervento e nell'area inclusa nel raggio di 1km dal sito).</i>	Densità di popolazione (D _{POP})	ab./km ²	Alta densità (D _{POP} ≥ 1500 ab./km ²)	Media densità (300 ab./km ² ≤ D _{POP} < 1500 ab./km ²)	Bassa densità (D _{POP} < 300 ab./km ²)	n.d.	EUROSTAT, 2023
	VPRE_5	Grado di impermeabilizzazione dei suoli**	L'indicatore valuta la quantità di suolo impermeabilizzato coperto permanentemente con materiali artificiali. Le superfici non permeabili comuni comprendono, a titolo esemplificativo e non esaustivo, tetti, marciapiedi, passaggi pedonali, aree patio, vialetti, parcheggi, aree di stoccaggio, ghiaia e terreno compattati, tende da sole e altri rivestimenti in tessuto o plastica. Tali superfici ritardano o impediscono l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo favorendo l'incremento di volume e velocità del deflusso superficiale rispetto alle condizioni naturali preesistenti allo sviluppo urbano. Inoltre, hanno un'influenza negativa anche sulle temperature, in quanto i materiali artificiali tendono ad assorbire maggiormente la radiazione solare con successivo surriscaldamento delle superfici e degli ambienti outdoor.	Quantitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Si calcola il rapporto percentuale tra la sommatoria di tutte le superfici dell'area oggetto di intervento esposte al deflusso di acque meteoriche con coefficiente di deflusso ≥ 0,50 e le superfici non edificate permeabili che non permettono alle acque meteoriche di giungere in falda perché confinate da tutti i lati da manufatti impermeabili, e la superficie territoriale dell'area oggetto di intervento, secondo la seguente formula: ST_i=(S_{imp}/ S_{TOT})*100 . <i>S_{IMP} = sommatoria di tutte le superfici esposte al deflusso di acque meteoriche con coefficiente di deflusso (Ψ) ≥ 0,50 e le superfici non edificate permeabili che non permettono alle acque meteoriche di giungere in falda perché confinate da tutti i lati da manufatti impermeabili. Sono incluse nel calcolo anche le superfici edificate.</i> <i>S_{TOT} = superficie territoriale dell'area oggetto di intervento .</i>	Superficie territoriale impermeabile (ST _i)	%	ST _i > 60%	30% < ST _i ≤ 60%	1% < ST _i ≤ 30%	n.d.	CAM
	VPRE_6	Consumo di suolo*** FACOLTATIVO	L'indicatore valuta la percentuale di suolo consumato rispetto alla superficie territoriale del comune in cui è ubicato il sito di intervento.	Quantitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Valutare la percentuale di suolo consumato rispetto alla superficie territoriale complessiva del comune in cui è ubicato il sito di intervento all'anno 2021 (ISPRA, 2021) e attribuirli ad una delle seguenti classi: 1) SC > 30%; 2) 3% < SC ≤ 30%; 3) SC ≤ 3%.	Suolo consumato (SC)	%	SC > 30%	3% < SC ≤ 30%	SC ≤ 3%	n.d.	ISPRA, 2021b https://bit.ly/3Qn8I17
	VPRE_7	Incremento di consumo di suolo***	L'indicatore valuta se l'edificio ricade in un comune che ha subito un incremento rilevante di suolo consumato nel corso del 2021.	Quantitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Valutare la percentuale di incremento di suolo consumato del comune in cui è ubicato il sito di intervento nell'anno 2021 rispetto all'anno precedente (ISPRA, 2021) e verificare se è maggiore o inferiore al 3%.	Incremento di suolo consumato (SC _{INC})	%	SC _{INC} > 3%	n.d.	SC _{INC} ≤ 3%	n.d.	ISPRA, 2021b https://bit.ly/3Qn8I17
Inquinamento dell'aria	VPRE_8	Particolato (PM10)** FACOLTATIVO	L'indicatore valuta la concentrazione nell'aria del particolato PM10 a livello giornaliero.	Quantitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Verificare il numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero del materiale particolato PM10 (50 µg/m ³) nell'anno 2021.	Numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero (N _{PM10})	n°giorni/anno	N _{PM10} > 35	n.d.	N _{PM10} ≤ 35	D. Lgs. 155/2011	MATTM, 2012a
	VPRE_9	Biossido di zolfo (SO2)** FACOLTATIVO	L'indicatore valuta la concentrazione nell'aria del biossido di zolfo a livello giornaliero.	Quantitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Verificare il numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero del biossido di zolfo (125 µg/m ³) nell'anno 2021.	Numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero (N _{SO2})	n°giorni/anno	N _{SO2} > 3	n.d.	N _{SO2} ≤ 3	D. Lgs. 155/2011	MATTM, 2012b
	VPRE_10	Biossido di azoto (NO2) ** FACOLTATIVO	L'indicatore valuta la concentrazione nell'aria del biossido di azoto a livello orario.	Quantitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Verificare il numero di ore di superamento del valore limite orario del biossido di azoto (200 µg/m ³) nell'anno 2021.	Numero di ore di superamento del valore limite orario (N _{NO2})	n°ore/anno	N _{NO2} > 18	n.d.	N _{NO2} ≤ 18	D. Lgs. 155/2011	MATTM, 2012c
Prestazioni e condizioni di degrado dell'edificio	VPRE_11	Tipologia di edificio	L'indicatore valuta la tipologia di edificio in relazione alla funzione prevalente e al grado di affollamento.	Qualitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Verificare la destinazione d'uso dell'edificio (esistente o di nuova costruzione) e attribuire una classe d'uso secondo le indicazioni contenute nelle NTC2018 (paragrafo 2.4.2.): classe I) costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.; classe II) costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; classe III) costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi; classe IV) costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e industrie con attività pericolose per l'ambiente. Verificare inoltre, il numero di occupanti secondo l'International Building Code (IBC 2021, Tabella 1604.5).	Classe d'uso	Adimensionale	Classe IV Classe III	Classe II	Classe I	NTC 2018	MIT, 2018 ICC, 2021
	VPRE_12	Epoca di costruzione**	L'indicatore valuta l'epoca di costruzione dell'edificio quale parametro utile a individuarne la potenziale vita utile e il livello di adeguamento alle prestazioni energetiche richieste dalla normativa.	Quantitativa	Valutazione della Stazione Appaltante Verificare l'età di costruzione dell'edificio e attribuirli ad una delle seguenti classi: 1) prima del 1976; 2) 1976-2005; 3) successivo al 2005.	Epoca di costruzione	Anno	prima del 1976	1976-2005	successivo al 2005	n.d.	n.d.

INDAGINE CONOSCITIVA DELLE CRITICITÀ AMBIENTALI DEL SITO DI INTERVENTO												
Caratteristiche di edifici e spazi aperti	Indicatori											
	ID	Nome	Descrizione	Valutazione	Modalità di analisi	Parametro	Unità di misura	Livello di criticità: ALTA	Livello di criticità: MEDIA	Livello di criticità: BASSA	Normativa/Standard di riferimento	Reference
	VPRE_13	Stato di conservazione FACOLTATIVO	L'indicatore valuta le condizioni generali dell'edificio e lo stato di degrado dei vari elementi strutturali e non e impiantistici. Si valuta lo stato conservativo nel quale si trova l'immobile, in relazione agli elementi strutturali e non (pavimenti, pareti, soffitti etc.) e agli impianti (impianto elettrico, idraulico, riscaldamento etc.). Lo stato di conservazione è determinato anche dagli eventuali interventi di manutenzione effettuati nel corso del tempo mirati a favorire l'adeguamento tecnico e normativo dell'immobile alle iniziali o nuove prestazioni tecniche.	Qualitativa	Effettuare una prima verifica di carattere qualitativo finalizzata alla constatazione dello stato manutentivo dell’immobile, per poi procedere con una verifica più approfondita che indaghi le condizioni strutturali. Sulla base dei risultati delle indagini conoscitive preliminari, attraverso software CAD e/o GIS si potrà rappresentare la distribuzione spaziale, qualitativa e quantitativa, dei fenomeni di alterazione e degrado superficiale dell’immobile. Valutare la necessità di affidare un incarico ad hoc ad un Tecnico Verificatore.	Stato di conservazione	Adimensionale	Mediocre/Cattivo	Buono	Ottimo	n.d.	n.d.
	VPRE_14	Classe energetica globale**	L'indicatore valuta l'efficienza energetica attribuita all'edificio sulla base di un intervallo di riferimento all'interno del quale si colloca la sua prestazione energetica complessiva. La classe energetica è contrassegnata da una lettera e le classi stabilite sono in tutto 10: A4 (+ efficiente), A3, A2, A1, B, C, D, E, F e G - efficiente). Le classe energetica globale dell'edificio comprende sottoclassi rappresentative dei singoli servizi energetici certificati: riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria e illuminazione.	Quantitativa	Diagnosi energetica Verificare la classe energetica tra le 10 previste dalla normativa: A4 (+ efficiente), A3, A2, A1, B, C, D, E, F e G - efficiente).	Classe energetica	Adimensionale	classi: E, F, G	classi: B, C, D	classi: A4, A3, A2, A1	Direttiva 2010/31/UE Energy Performance of Buildings Directive (EPBD): proposta di revisione, COM(2021) 802 final) DM 26/01/2015	n.d.

*Tale indicatore si applica in contesti interessati da livelli significativi di pericolo connessi alle precipitazioni estreme e alle tempeste di vento.
**Per le indagini comparative tra diverse alternative, nel caso in cui tutte le soluzioni ricadano all'interno di una stessa classe di vulnerabilità,
***Utilizzare per indagini comparative tra alternative ubicate in comuni diversi. Nel caso in cui tutte le soluzioni ricadano all'interno di una stessa classe di vulnerabilità, effettuare la classificazione considerando i singoli valori numerici ottenuti.

B. Vulnerabilità Climatica

VULNERABILITÀ												
Categoria di vulnerabilità	Indicatori											
	ID	Nome	Descrizione	Valutazione	Modalità analisi	Parametro	Unità di misura	Livello di vulnerabilità: ALTA	Livello di vulnerabilità: MEDIA	Livello di vulnerabilità: BASSA	Normativa/Standard di riferimento	Reference
Eventi estremi di temperatura - Ondata di calore												
Proprietà radiative delle superfici	VT_1	Indice di riflettanza delle superfici di copertura esposte a irraggiamento diretto	L'indicatore valuta l'impatto combinato tra le proprietà di riflettanza ed emissività dei materiali costituenti le superfici di copertura con inclinazione ≤ 15% (non applicabile a superfici dedicate ad ospitare impianti FER).	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari La procedura di calcolo si articola in tre fasi: 1) attribuzione di un valore di SRI a ciascun materiale adoperato per le superfici di copertura, derivante da scheda tecnica del prodotto o calcolato mediante tool online (https://www.otm.sg/sri-calculator); ii) prodotto tra il valore di SRI e l'area coperta dal materiale; iii) sommatoria dei prodotti. La formula di calcolo è la seguente: SRI = (SRI_{mat1} * S_{mat1}) + ... + (SRI_{matn} * S_{matn}) / (S_{mat1} + ... + S_{matn}) <i>SRI_{matn}</i> = indice di riflessione solare di ciascun materiale <i>S_{matn}</i> = superficie di ciascun materiale	Indice di riflettanza solare (SRI)	Adimensionale (scala 1-100)	SRI < 30 <i>valore medio ponderato al m²</i>	30 ≤ S < 70 <i>valore medio ponderato al m²</i>	SRI ≥ 70 <i>valore medio ponderato al m²</i>	ASTM E1980-11	LGE AdD (anche in GBC Home v2 e CAM)
	VT_2	Indice di riflettanza delle superfici pavimentate esposte a irraggiamento diretto	L'indicatore valuta l'impatto combinato tra le proprietà di riflettanza ed emissività dei materiali costituenti le superfici pavimentate (non applicabile a superfici dedicate ad ospitare impianti FER).	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari La procedura di calcolo di articola in tre fasi: 1) attribuzione di un valore di SRI a ciascun materiale adoperato per le pavimentazioni da scheda tecnica del prodotto o mediante tool online (https://www.otm.sg/sri-calculator); ii) prodotto tra il valore di SRI e l'area coperta dal materiale; iii) sommatoria dei prodotti. La formula di calcolo è la seguente: SRI = (SRI_{mat1} * S_{mat1}) + ... + (SRI_{matn} * S_{matn}) / (S_{mat1} + ... + S_{matn}) <i>SRI_{matn}</i> = indice di riflessione solare di ciascun materiale <i>S_{matn}</i> = superficie di ciascun materiale	Indice di riflettanza solare (SRI)	Adimensionale (scala 1-100)	SRI < 30 <i>valore medio ponderato al m²</i>	31 ≤ S < 80 <i>valore medio ponderato al m²</i>	SRI ≥ 80 <i>valore medio ponderato al m²</i>	ASTM E1980-12	LGE AdD (anche in GBC Home v2 e CAM)
Prestazioni termiche estive dell'involucro edilizio	VT_3	Trasmittanza termica periodica chiusure opache verticali	L'indicatore valuta la capacità di una parete opaca di sfasare e attenuare la componente periodica del flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari - Diagnosi energetica	Trasmittanza termica periodica (Y _{IE})	W/m²K	Y _{IE} > 0,09 W/m²K	Y _{IE} = 0,09 W/m²K	Y _{IE} < 0,09W/m²K	DM 26/06/2015	CAM
	VT_4	Trasmittanza termica periodica chiusure opache orizzontali o inclinate di copertura	L'indicatore valuta la capacità di una chiusura opaca prizzontale o inclinata di sfasare e attenuare la componente periodica del flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari - Diagnosi energetica	Trasmittanza termica periodica (Y _{IE})	W/m²K	Y _{IE} > 0,16 W/m²K	Y _{IE} = 0,16 W/m²K	Y _{IE} < 0,16W/m²K	DM 26/06/2015	CAM
	VT_5	Sfasamento termico involucro edilizio	L'indicatore calcola l'arco di tempo che trascorre dal momento in cui si registra la massima temperatura esterna a quello in cui si rileva la massima temperatura all'interno dell'edificio, ovvero calcola la capacità delle chiusure opache verticali di ritardare (di qualche ora) il calore proveniente dall'esterno e i relativi effetti.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari - Diagnosi energetica	Sfasamento termico (S)	ore	S ≤ 8	8 < S ≤ 12	S > 12	DM 26/06/2009	n.d.
	VT_6	Tempo al di fuori dell'intervallo di comfort termico	L'indicatore valuta la percentuale di tempo nei mesi estivi (20 giugno-21 settembre) in cui gli occupanti giudicano confortevoli le condizioni termiche all'interno dell'edificio. L'indicatore verifica che il numero di ore di occupazione del locale in cui la differenza in valore assoluto tra la temperatura operante (T _o , in assenza di impianto di raffrescamento) e la temperatura di riferimento (T _{ref}) è inferiore a 4°C, risulti superiore all'85% delle ore di occupazione del locale tra il 20 giugno e il 21 settembre.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Si effettua una verifica dinamica oraria del comfort termico estivo la temperatura operante estiva (θ _{o,t}) secondo la procedura descritta dalla UNI EN ISO 52016-1, con riferimento alla stagione estiva (20 giugno – 21 settembre) in tutti gli ambienti principali. La verifica garantisce quanto segue: T_o - T_{ref} < 4°C con un numero di ore di comfort > 85%. <i>T_{REF}</i> = (0.33 θ _{rm}) +18.8 <i>θ_{rm}</i> = temperatura esterna media mobile giornaliera secondo UNI EN 16798-1	Ore di comfort (O _{COM})	%	O _{COM} ≤ 50%	50% < O _{COM} ≤ 85%	O _{COM} > 85%	UNI EN ISO 52016-1	CAM
Esposizione all'irraggiamento solare diretto	VT_7	Superfici di facciata esposte all'irraggiamento solare diretto	L'indicatore valuta la quantità di superfici di facciata esposte all'irraggiamento solare diretto e non ombreggiate da elementi di schermatura (aggetti, brise soleil, verde verticale, ecc.) e/o da elementi presenti nell'area di intervento o nel suo intorno (alberature, edifici del contesto, ecc.).	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Si calcola il rapporto percentuale tra le superfici non ombreggiate delle facciate e le superfici delle facciate esposte a sud, sud-ovest e ovest. Il calcolo deve essere effettuato attraverso un'analisi solare (modellazione tridimensionale), valutando le ombre portate su ogni facciata esposta a sud, sud-ovest e ovest il 21 giugno alle ore 14:00 da elementi di schermatura (aggetti, brise soleil, verde verticale, ecc.) e/o da elementi presenti nell'area di intervento o nel suo intorno (alberature, edifici del contesto, ecc.). La modellazione tridimensionale deve tenere conto delle caratteristiche di portamento delle essenze arboree, anche in relazione alla loro età. Si applica la seguente formula: S_{SOLFAC}= (S_{SOL-F}/S_{FAC})*100 <i>S_{SOL-F}</i> = superficie delle facciate esposte a sud, sud-ovest e ovest non ombreggiate <i>S_{FAC}</i> = superficie delle facciate esposte a sud, sud-ovest e ovest	Superficie di facciata non ombreggiata (S _{SOLFAC})	%	S _{SOLFAC} < 30	30 < S _{SOLFAC} ≤ 40	S _{SOLFAC} > 40	n.d.	LGE AdD
	VT_8	Superfici al suolo esposte all'irraggiamento solare diretto	L'indicatore valuta la quantità di suolo esposta all'irraggiamento solare diretto e non ombreggiata dalla presenza di edifici e/o altri elementi vegetali o artificiali (quali alberi, siepi, arbusti alti, eventuali schermature, ecc.).	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Si calcola il rapporto percentuale tra la superficie di suolo non ombreggiata nell'area oggetto di intervento e la superficie scoperta dell'area oggetto di intervento. Il calcolo deve essere effettuato attraverso un'analisi solare (modellazione tridimensionale), valutando le ombre portate al suolo il 21 giugno alle ore 14:00 da edifici e/o altri elementi vegetali o artificiali (quali alberi, siepi, arbusti alti, eventuali schermature, ecc.) presenti nell'area e nel suo intorno. La modellazione tridimensionale deve tenere conto delle caratteristiche di portamento delle essenze arboree, anche in relazione alla loro età. Si applica la seguente formula: S_{SOLSUO} = (S_{SOL-S}/S_{SCO})*100 <i>S_{SOL-S}</i> = superficie di suolo scoperta e non ombreggiata all'interno dell'area di intervento <i>S_{SCO}</i> = superficie scoperta dell'area oggetto di intervento	Superficie al suolo non ombreggiata (S _{SOLSUO})	%	S _{SOLSUO} < 30	30 < S _{SOLSUO} ≤ 40	S _{SOLSUO} > 40	n.d.	LGE AdD
Impianti	VT_9	Presenza dei sistemi di raffrescamento o HVAC	L'indicatore valuta la capacità dell'edificio di favorire l'adattamento delle persone mediante l'accesso a sistemi di raffrescamento o HVAC.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari	Presenza di sistemi di raffrescamento o HVAC	SI/NO	NO	SI (se è presente solo raffrescamento)	SI (se HVAC)	n.d.	n.d.
Suolo impermeabile	VT_10	Grado di impermeabilizzazione dei suoli	L'indicatore valuta la quantità di suolo impermeabilizzato coperto con materiali artificiali che assorbono maggiori quantità di radiazione solare incidente rispetto alle superfici vegetate con conseguente innalzamento delle temperature al suolo e surriscaldamento dell'aria.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Si calcola il rapporto percentuale tra la sommatoria di tutte le superfici dell'area oggetto di intervento esposte al deflusso di acque meteoriche con coefficiente di deflusso ≥ 0,50 e le superfici non edificate permeabili che non permettono alle acque meteoriche di giungere in falda perché confinate da tutti i lati da manufatti impermeabili, e la superficie territoriale dell'area oggetto di intervento, secondo la seguente formula: ST_I= (S_{IMP}/ S_{TOT})*100. <i>S_{IMP}</i> = sommatoria di tutte le superfici esposte al deflusso di acque meteoriche con coefficiente di deflusso (ψ) ≥ 0,50 e le superfici non edificate permeabili che non permettono alle acque meteoriche di giungere in falda perché confinate da tutti i lati da manufatti impermeabili. Sono incluse nel calcolo anche le superfici edificate. <i>S_{TOT}</i> = superficie territoriale dell'area oggetto di intervento .	Superficie territoriale impermeabile (ST _I)	%	ST _I > 60	30 < ST _I ≤ 60	1 < ST _I ≤ 30	n.d.	CAM

VULNERABILITÀ												
Categoria di vulnerabilità	Indicatori											
	ID	Nome	Descrizione	Valutazione	Modalità analisi	Parametro	Unità di misura	Livello di vulnerabilità: ALTA	Livello di vulnerabilità: MEDIA	Livello di vulnerabilità: BASSA	Normativa/Standard di riferimento	Reference
Geometria dell'insediamento	VT_11	Canyon urbano	L'indicatore valuta la capacità degli spazi aperti di intrappolare la radiazione solare incidente e surriscaldare le superfici che formano il canyon urbano. Il canyon è definito come lo spazio posto al di sopra della sede stradale e degli spazi aperti e tra gli edifici. Determinate configurazioni di tale elemento possono dare origine all'effetto canyon caratterizzato da una limitata circolazione dell'aria e un intrappolamento della radiazione solare con conseguente aumento della concentrazione di inquinanti nell'aria e peggioramento delle condizioni microclimatiche.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare il rapporto tra l'altezza degli edifici (H) e l distanza tra essi (W) considerando tutti gli edifici interni al lotto e anche gli eventuali immobili posti nelle immediate vicinanze. Effettuare almeno una misurazione per lato per ciascun edificio, calcolare la media ponderata di tutte le misurazioni e individuare la classe corrispondente al valore ottenuto: 1) avenue canyon ($H/W \leq 0,5$); 2) regular canyon ($0,5 < H/W \leq 2$); 3) deep canyon ($H/W > 2$).	Rapporto di forma H/W (H=altezza edifici; W=larghezza strada)	Adimensionale	$H/W > 2$	$0,5 < H/W \leq 2$	$H/W \leq 0,5$	n.d	Afiq et al., 2012 Yazid et al., 2014 Hu et al., 2020
	VT_12	Sky View Factor	L'indicatore valuta la capacità degli spazi aperti di disperdere il calore assorbito in atmosfera mediante il calcolo della porzione di cielo visibile da un determinato punto di osservazione. L'SVF è definito come la frazione del flusso radiativo che lascia la superficie in un determinato punto e che raggiunge l'atmosfera al di sopra della calotta urbana, ovvero il cielo. Più alto è lo SVF e maggiore è la perdita di calore in atmosfera. I valori di misurazione possono variare da 0 in caso di cielo completamente ostruito e quindi non visibile, a 1 nel caso di cielo completamente visibile a 360°.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Valutare la porzione di cielo visibile negli spazi aperti circostanti l'edificio (o gli edifici), considerando anche le eventuali ostruzioni costituite dagli immobili posti nelle immediate vicinanze del lotto di intervento. Effettuare almeno una misurazione per lato e, laddove presenti, anche nelle corti, cortili o spazi aperti interni al lotto. Calcolare la media ponderata di tutte le misurazioni e individuare la classe corrispondente al valore ottenuto: 1) spazio aperto ($0,7 < SVF \leq 1$); 2); spazio semi-denso ($0,2 < SVF \leq 0,7$); 3) spazio denso ($0 < SVF \leq 0,2$).	SVF	Adimensionale (scala 0-1)	$0 < SVF \leq 0,2$	$0,2 < SVF \leq 0,7$	$0,7 < SVF \leq 1$	n.d	Svensson, 2004 Baghaeipoor & Nasrollahi, 2019
Eventi estremi di temperatura - Ondata di freddo												
Prestazioni termiche invernali dell'involucro edilizio	VT_13	Trasmittanza termica chiusure opache verticali	L'indicatore calcola la quantità di calore che attraversa le chiusure opache verticali che delimitano due ambienti a temperatura diversa, ovvero un ambiente riscaldato e uno esterno o non riscaldato. È una misura dell'efficienza con cui un materiale resiste al passaggio di calore e consente di valutare quanto calore trattiene un edificio e quanto ne disperde.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari - Diagnosi energetica Calcolare la trasmittanza termica delle chiusure opache verticali verso l'esterno e confrontare con il valore limite imposto dalla normativa per la zona climatica di riferimento (DM 26/06/2015)	Trasmittanza termica (U)	W/m²K	U > del valore normativo	U = al valore normativo	U < al valore normativo	DM 26/06/2015	n.d.
	VT_14	Trasmittanza termica chiusure opache orizzontali o inclinate di copertura	L'indicatore calcola la quantità di calore che attraversa le chiusure opache orizzontali o inclinate di copertura che delimitano due ambienti a temperatura diversa, ovvero un ambiente riscaldato e uno esterno o non riscaldato. È una misura dell'efficienza con cui un materiale resiste al passaggio di calore e consente di valutare quanto calore trattiene un edificio e quanto ne disperde.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari - Diagnosi energetica Calcolare la trasmittanza termica delle chiusure opache orizzontali o inclinate di copertura verso l'esterno e confrontare con il valore limite imposto dalla normativa per la zona climatica di riferimento (DM 26/06/2015)	Trasmittanza termica (U)	W/m²K	U > del valore normativo	U = al valore normativo	U < al valore normativo	DM 26/06/2015	n.d.
	VT_15	Trasmittanza termica chiusure opache orizzontali di pavimento verso l'esterno	L'indicatore calcola la quantità di calore che attraversa le chiusure opache orizzontali di pavimento verso l'esterno che delimitano due ambienti a temperatura diversa, ovvero un ambiente riscaldato e uno esterno o non riscaldato. È una misura dell'efficienza con cui un materiale resiste al passaggio di calore e consente di valutare quanto calore trattiene un edificio e quanto ne disperde.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari - Diagnosi energetica Calcolare la trasmittanza termica delle chiusure opache orizzontali di pavimento verso l'esterno e confrontare con il valore limite imposto dalla normativa per la zona climatica di riferimento (DM 26/06/2015)	Trasmittanza termica (U)	W/m²K	U > del valore normativo	U = al valore normativo	U < al valore normativo	DM 26/06/2015	n.d.
	VT_16	Trasmittanza termica chiusure trasparenti	L'indicatore calcola la quantità di calore che attraversa le chiusure trasparenti che delimitano due ambienti a temperatura diversa, ovvero un ambiente riscaldato e uno esterno o non riscaldato. È una misura dell'efficienza con cui un materiale resiste al passaggio di calore e consente di valutare quanto calore trattiene un edificio e quanto ne disperde.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari - Diagnosi energetica Calcolare la trasmittanza termica delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati e confrontare con il valore limite imposto dalla normativa per la zona climatica di riferimento (DM 26/06/2015)	Trasmittanza termica (U)	W/m²K	U > del valore normativo	U = al valore normativo	U < al valore normativo	DM 26/06/2015	n.d.
Impianti	VT_17	Presenza dei sistemi di riscaldamento o HVAC	L'indicatore valuta la capacità dell'edificio di favorire l'adattamento delle persone mediante l'accesso a sistemi di riscaldamento o HVAC.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari - Diagnosi energetica	Presenza di sistemi di riscaldamento o HVAC	SI/NO	NO	SI (se è presente solo riscaldamento)	SI (se HVAC)	n.d.	n.d.

C. Eventi estremi di precipitazione

VULNERABILITÀ												
Categoria di vulnerabilità	Indicatori											
	ID	Nome	Descrizione	Valutazione	Modalità di analisi	Parametro	Unità di misura	Livello di vulnerabilità: ALTA	Livello di vulnerabilità: MEDIA	Livello di vulnerabilità: BASSA	Normativa/Standard di riferimento	Reference
Eventi estremi di precipitazione												
Localizzazione geografica	VP_1	Sito localizzato in un'area in condizioni di depressione naturale	L'indicatore valuta se l'immobile è collocato nel punto più basso di un'area caratterizzata da depressione naturale, ovvero situata ad un livello inferiore rispetto a quello medio della regione contermini (pianura, o fondo marino o oceanico). Si distingue tra depressioni continentali (superfici poste all'interno dei continenti che si trovano a un livello inferiore a quello marino) e depressioni vallive (solchi delle valli rispetto al rilievo che esse incidono).	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare che l'edificio (o il gruppo di edifici) sia posto ad un'elevazione minima di 6 m rispetto al punto centrale della depressione.	Quota dell'edificio rispetto al punto più basso della depressione	m	< 6 m	n.d.	≥ 6 m	n.d.	BRI
	VP_2	Sito localizzato in prossimità di un canale o alveo fluviale	L'indicatore valuta se l'immobile è collocato in prossimità di un canale, artificiale o naturale, e la relativa distanza.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare che la distanza dell'edificio (o degli edifici) dal canale, artificiale o naturale sia inclusa nei limiti imposti dalla normativa. Si considerano le seguenti distanze minime dai corsi d'acqua: pari a 10 m (R.D. 523/1904) e pari a 150 m (L. 431/1985).	Distanza dell'edificio dal canale (D _c)	m	D _c ≤ 10 m	10 m < D _c ≤ 150 m	D _c > 150 m	R.D. 523/1904 L. 431/1985	n.d.
	VP_3	Sito localizzato in prossimità della costa	L'indicatore valuta se l'immobile è collocato in prossimità della costa.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare che la distanza dell'edificio (o degli edifici) dalla costa sia inclusa nei limiti imposti dalla normativa. Si considerano le seguenti distanze minime dai corsi d'acqua: pari a 10 m (R.D. 523/1904) e pari a 300 m (L. 431/1985).	Distanza dell'edificio dalla costa (D _c)	m	D _c ≤ 10 m	10 m < D _c ≤ 300 m	D _c > 300 m	R.D. 523/1904 L. 431/1985	n.d.
	VP_4	Sito storicamente soggetto a inondazioni	L'indicatore valuta se l'immobile è collocato in un'area interessata da fenomeni di inondazione e allagamento di diversa origine (fluviale, costiera, <i>pluvial flooding</i> , etc.).	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare se l'area è stata interessata da almeno un evento di inondazione (fluviale, costiera, <i>pluvial flooding</i> , etc.) negli ultimi 100 anni. Per la verifica, è possibile utilizzare le banche dati della Protezione Civile.	Eventi storici	SI/NO	SI	n.d.	NO	n.d.	BRI
	VP_5	Quota dell'edificio	L'indicatore valuta la posizione dell'edificio rispetto alla quota delle strade e degli spazi aperti circostanti.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la posizione rispetto alla quota di strade e spazi aperti circostanti, prendendo in considerazione almeno i 3/4 del perimetro complessivo dell'immobile o degli immobili facenti parte dell'insediamento: 1) sottoposto; 2) stessa quota; 3) quota rialzata.	Quota dell'edificio rispetto al livello strada	Adimensionale	Sottoposto	Stessa quota	Rialzata	n.d.	n.d.
Caratteristiche generali	VP_6	Numero di piani	L'indicatore valuta il numero di piani fuori terra dell'edificio. La presenza di 1 o più piani oltre il primo offre maggiori opportunità di evacuazione e/o protezione durante eventi di allagamento, con la possibilità per gli utenti di spostarsi ai piani superiori prima di lasciare eventualmente l'edificio. Inoltre, più è alto l'edificio più elevato è il carico verticale sul piano terra, che determina una maggiore resistenza ai carichi laterali determinati dall'inondazione e quindi minore probabilità di danneggiamento o distruzione.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari	N° di piani f.t.	n°	1 piano f.t.	2 piani f.t.	3 o + piani f.t.	n.d.	Kaoje et al., 2019; 2021; Zhen et al., 2022
	VP_7	Ambienti interrati o semi-interrati	L'indicatore valuta la presenza di ambienti interrati o semi-interrati con finestre che potrebbero essere interessati da episodi di allagamento anche di lieve intensità.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari	Presenza di ambienti interrati o semi-interrati	SI/NO	SI	n.d.	NO	n.d.	n.d.
	VP_8	Aperture	L'indicatore valuta la presenza, localizzazione e dimensione delle aperture quali porte, finestre o altro collocate al piano terra, ammezzato e/o semi-interrato. La presenza di ampie aperture sulle pareti perimetrali (ad es. roll-up doors, finestre a tutta altezza) e di aperture poste al livello strada facilita l'ingresso dell'acqua all'interno dell'edificio e i potenziali danni ai beni in esso ubicati.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Valutare la tipologia e la dimensione delle aperture collocate ai piani terra e/o seminterrati e la relativa quota. Per l'attribuzione del livello di vulnerabilità, considerare il rapporto tra la larghezza complessiva delle aperture e il perimetro dell'edificio. Nel caso in cui fossero presenti accessi rialzati, considerare la quota delle aperture.	Aperture poste al piano terra/seminterrato Aperture rialzate	% cm	Aperture a livello strada > 40%	Aperture a livello strada < 40 % Aperture rialzate dal livello strada (≤ 50 cm)	Assenza di aperture a livello strada Aperture rialzate dal livello strada (> 50 cm) Aperture poste al di sopra del livello di piena atteso	n.d.	n.d.
Tipo di materiale	VP_9	Materiale ad uso strutturale - <i>flood damage-resistant material</i>	L'indicatore valuta il tipo di materiale utilizzato per la realizzazione di elementi strutturali, quali pilastri, fondazioni e murature perimetrali portanti.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la classe di resistenza alle inondazioni del materiale tenendo conto della definizione di <i>flood damage-resistant material</i> fornita dal National Flood Insurance Program (NFIP) gestito dal Federal Emergency Management Agency (FEMA) del governo statunitense (FEMA, 2008): "qualsiasi prodotto da costruzione [materiale, componente o sistema] in grado di resistere al contatto diretto e prolungato con le acque di piena senza subire danni significativi". Per "contatto prolungato" si intendono almeno 72 ore e per "danno significativo" si intende qualsiasi danno che richieda più di una riparazione estetica (pulizia, igienizzazione e rifacimento del materiale, ad esempio, carteggiatura, riparazione dei giunti, riverniciatura). Per l'attribuzione della classe di resistenza alle inondazioni, fare riferimento alle tabelle elaborate nell'ambito del NFIP (FEMA, 2008).	Classe di resistenza alle inondazioni	Adimensionale	Classi 1 e 2	Classe 3	Classi 4 e 5	n.d.	FEMA, 2008
	VP_10	Materiale ad uso non strutturale - <i>flood damage-resistant material</i>	L'indicatore valuta il tipo di materiale utilizzato per la realizzazione di elementi non strutturali, quali le pareti perimetrali di tamponamento, le partizioni interne, le pavimentazioni e gli elementi di finitura.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la classe di resistenza alle inondazioni del materiale tenendo conto della definizione di flood damage-resistant material fornita dal National Flood Insurance Program (NFIP) gestito dal Federal Emergency Management Agency (FEMA) del governo statunitense (FEMA, 2008): "qualsiasi prodotto da costruzione [materiale, componente o sistema] in grado di resistere al contatto diretto e prolungato con le acque di piena senza subire danni significativi". Per "contatto prolungato" si intendono almeno 72 ore e per "danno significativo" si intende qualsiasi danno che richieda più di una riparazione estetica (pulizia, igienizzazione e rifacimento del materiale, ad esempio, carteggiatura, riparazione dei giunti, riverniciatura). Per l'attribuzione della classe di resistenza alle inondazioni, fare riferimento alle tabelle elaborate nell'ambito del NFIP (FEMA, 2008).	Classe di resistenza alle inondazioni	Adimensionale	Classi 1 e 3	Classe 4	Classi 4 e 6	n.d.	FEMA, 2008
Tipo di fondazione	VP_11	Tipo di fondazione	L'indicatore valuta il tipo di fondazione dell'immobile, tenendo in considerazione la struttura, il materiale utilizzato e la presenza di eventuali ambienti interrati e vespai.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare il tipo di fondazione tenendo in considerazione il meccanismo di trasferimento del carico della fondazione al terreno d'appoggio. In base a tale criterio, si distinguono i seguenti tipi di fondazione: 1) superficiale o poco profonda (diretta), quale trave a T rovescia, platea, a plinti collegati o isolati; 2) profonda (indiretta), quali pali e micropali. In aggiunta, verificare se si tratta di fondazione chiusa o aperta secondo le seguenti definizioni: 1) fondazione chiusa, ovvero struttura costituita da muri perimetrali posti immediatamente al di sotto della soletta del pavimento del piano terra. Tale tipologia limita o devia il percorso delle acque alluvionali in quanto racchiude completamente lo spazio posto al di sotto del piano terra, costituito da un seminterrato, da un vespaio o dal terreno. 2) fondazione aperta, ovvero fondazione costituita da pali o pilastri che sostengono l'edificio posto ad un livello rialzato rispetto alla quota stradale e che consente il passaggio delle acque al di sotto dell'edificio evitando allagamenti interni. La struttura può essere realizzata in acciaio, calcestruzzo armato, legno o muratura.	Tipologia di fondazione	Adimensionale	Fondazione chiusa e poco profonda (platea, trave rovescia con vespaio, a plinti)* <i>*verificare la presenza di vespai e/o ambienti interrati</i>	Fondazione aperta e poco profonda Fondazione chiusa e profonda (platea su pali)	Fondazione aperta e profonda (edificio a quota rialzata su pilastri)	n.d.	FEMA, 2022
Condizioni di degrado	VP_12	Quadro fessurativo	L'indicatore valuta la presenza di lesioni negli edifici in muratura portante e con struttura portante in c.a. che potrebbero favorire infiltrazioni negli elementi costruttivi.	Qualitativa	Valutare la necessità di affidare un incarico ad hoc ad un Tecnico Verificatore. Il Tecnico Verificatore svolge un'attività preliminare di raccolta di informazioni tecniche e storiche dell'edificio e dell'area in cui è localizzato. Si procede con una valutazione della presenza, disposizione e dimensione delle fessure, valutando le eventuali deformazioni della struttura (cedimenti, spostamenti, inclinazioni) e identificando le cause possibili (es. assestamenti differenziali, ritiro dei materiali, sollecitazioni esterne).	Larghezza della lesione	mm	Lesioni ampie (> 5 mm)	Lesioni medie (1-5 mm)	Lesioni sottili (0.2-1 mm)	n.d.	n.d.

VULNERABILITÀ												
Categoria di vulnerabilità	Indicatori											
	ID	Nome	Descrizione	Valutazione	Modalità di analisi	Parametro	Unità di misura	Livello di vulnerabilità: ALTA	Livello di vulnerabilità: MEDIA	Livello di vulnerabilità: BASSA	Normativa/Standard di riferimento	Reference
	VP_13	Presenza di umidità	L'indicatore valuta la capacità dell'involucro di proteggere gli ambienti interni dalla formazione di fenomeni di umidità mediante l'utilizzo di componenti isolanti, opportunamente sigillati e con idonea tenuta all'acqua.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare con un'indagine visiva l'eventuale presenza di umidità nello strato interno e/o esterno delle chiusure verticali e orizzontali opache e delle strutture portanti, valutare la tipologia di umidità (umidità di risalita, umidità da infiltrazione, umidità di condensazione, umidità accidentale), l'estensione e i relativi danni provocati. Durante l'indagine, tenere in considerazione i seguenti aspetti connessi ai danni visibili: 1) danni estetici, ovvero macchie e aloni e, nei casi più gravi, rigonfiamenti, muffa, efflorescenze saline, esfoliazioni di pitture, intonaci e rivestimenti; 2) danni statici, ovvero crepe, disgregamento e distacco di porzioni di materiale murario, pitture, malte, intonaci e rivestimenti. Al fine di effettuare una corretta diagnosi delle condizioni di umidità in situazioni particolarmente critiche, utilizzare strumenti adeguati (ad es. igrometro elettronico, igrometro al carburo, psicrometro, etc.).	Tipologia di umidità e danni correlati	Adimensionale	Danni statici Danni estetici	Danni estetici	Nessun danno	n.d.	n.d.
Suolo impermeabile	VP_14	Grado di impermeabilizzazione del suolo*	L'indicatore valuta la quantità di suolo impermeabilizzato coperto con materiali artificiali che ritardano o impediscono l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo favorendo l'incremento di volume e velocità del deflusso superficiale rispetto alle condizioni naturali preesistenti allo sviluppo urbano.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Si calcola il rapporto percentuale tra la sommatoria di tutte le superfici dell'area oggetto di intervento esposte al deflusso di acque meteoriche con coefficiente di deflusso $\geq 0,50$ e le superfici non edificate permeabili che non permettono alle acque meteoriche di giungere in falda perché confinate da tutti i lati da manufatti impermeabili, e la superficie territoriale dell'area oggetto di intervento, secondo la seguente formula: $ST_i = (S_{imp} / S_{TOT}) * 100$. <i>S_{imp} = sommatoria di tutte le superfici esposte al deflusso di acque meteoriche con coefficiente di deflusso (ψ) $\geq 0,50$ e le superfici non edificate permeabili che non permettono alle acque meteoriche di giungere in falda perché confinate da tutti i lati da manufatti impermeabili. Sono incluse nel calcolo anche le superfici edificate.</i> <i>S_{TOT} = superficie territoriale dell'area oggetto di intervento .</i>	Superficie territoriale impermeabile (ST _i)	%	ST _i > 60	30 < ST _i ≤ 60	1 < ST _i ≤ 30	n.d.	CAM

D. Tempeste di vento

VULNERABILITÀ																						
Categoria di vulnerabilità	Indicatori			Valutazione	Modalità di analisi	Parametro	Unità di misura	Livello di vulnerabilità: ALTA	Livello di vulnerabilità: MEDIA	Livello di vulnerabilità: BASSA	Normativa/Standard di riferimento	Reference										
	ID	Nome	Descrizione																			
Tempeste di vento																						
Caratteristiche morfologiche del sito	VV_1	Rugosità del sito	L'indicatore valuta le caratteristiche del sito dove sorge l'immobile in relazione alla tipologia, distribuzione e dimensione degli elementi urbani e non (edifici, vegetazione) che determinano delle irregolarità sul suolo piano, influenzando l'intensità e la distribuzione dei flussi di vento.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la classe di rugosità del terreno secondo le indicazioni contenute nelle NTC 2018 (Tab. 3.3.III). Tenere presente che in genere l'azione del vento è minima in Classe A (aree urbane) e massima in Classe D (mare, aree agricole, aree prive di ostacoli, etc.): tuttavia, bisogna considerare che aree come quelle urbane, caratterizzate da numerosi ostacoli al suolo di altezze diverse, sono interessate da una variazione verticale della velocità del vento più rapida e da maggiori turbolenze rispetto alle aree più aperte e con elementi sparsi. Inoltre, rispetto agli eventi estremi di temperatura, le aree urbane sono più vulnerabili a causa di numerose caratteristiche, come la presenza di materiali impermeabili e poco riflettenti, o di canyon urbani, che favoriscono l'intrappolamento della radiazione solare e il surriscaldamento delle superfici e il peggioramento delle condizioni di comfort termico. <div><div>Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno</div><table><tr><th>Classe di rugosità del terreno</th><th>Descrizione</th></tr><tr><td>A</td><td>Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m</td></tr><tr><td>B</td><td>Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali o boschive</td></tr><tr><td>C</td><td>Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, ...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D</td></tr><tr><td>D</td><td>a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con lunghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sublittonie, superfici innevate o ghiacciate, ...)</td></tr></table><div>L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica o topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area indicata, per una zona di 1 km o comunque per una zona di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento angoli almeno 50°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione venga nelle zone indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 30% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). L'addizionale esaminare dalla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è la peggiore indicata in Classe A e massima in Classe D).</div></div>	Classe di rugosità del terreno	Descrizione	A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m	B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali o boschive	C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, ...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D	D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con lunghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sublittonie, superfici innevate o ghiacciate, ...)	Classe di rugosità del terreno	Adimensionale	Classe A Classe D	Classe C	Classe B	NTC 2018	n.d.
Classe di rugosità del terreno	Descrizione																					
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m																					
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali o boschive																					
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, ...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D																					
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con lunghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sublittonie, superfici innevate o ghiacciate, ...)																					
Caratteristiche generali dell'immobile	VV_2	Numero di piani	L'indicatore valuta il numero di piani fuori terra dell'edificio. La presenza di 1 o più piani oltre il primo rappresenta un fattore di incremento della vulnerabilità. Più è alto l'edificio maggiore sarà il carico da vento cui saranno soggette le chiusure verticali e quelle orizzontali di copertura (Papathoma-Köhle et al., 2023). Inoltre, una maggiore altezza potrebbe determinare un incremento della pressione anche sugli edifici circostanti (Mironova, 2020). Un'altezza ridotta degli edifici determina una distribuzione più uniforme della velocità del vento all'interno del quartiere con effetti positivi sulle condizioni di comfort microclimatico (Zhang et al., 2023).	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Valutare l'altezza degli edifici considerando il numero di piani fuori terra secondo lo schema seguente: 1) edifici bassi, fino a 3 piani; 2) edifici medio-alti, fino a 8 piani; 3) edifici alti, oltre 8 piani.	N° di piani f.t.	n°	Edifici alti	Edifici medio-alti	Edifici bassi	n.d.	Stewart & Oke, 2012 Mironova, 2020 Papathoma-Köhle et al., 2023 Zhang et al., 2023										
	VV_3	Elementi aggettanti	L'indicatore valuta se sono presenti elementi aggettanti (ad es. aggetto del tetto, cornici, modanature) che potrebbero rappresentare un elemento vulnerabile in quanto soggetti alla pressione del vento sia sulla superficie inferiore che superiore. In presenza di carichi di vento elevati, potrebbero essere soggetti a rotture e conseguenti distacchi.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare se l'immobile presenta elementi aggettati e il relativo stato di conservazione. Il livello di vulnerabilità è dato dalla combinazione dei due tipi di valutazione.	Presenza di aggetti Stato di conservazione	SI/NO Pessimo, Buono, Ottimo	SI (Pessimo)	SI (Buono)	SI (Ottimo) NO	n.d.	n.d.										
	VV_4	Balconi e terrazze	L'indicatore valuta se sono presenti balconi e terrazze, i quali possono rappresentare un elemento di vulnerabilità ai carichi di sollevamento a causa della loro posizione elevata e all'esposizione diretta al vento. L'eventuale sollevamento può causare danni alla struttura stessa, ad esempio con lo spostamento di piastrelle e balaustre, oltre a mettere a rischio le persone o le cose vicine. Tale aspetto assume particolare rilevanza negli edifici a più piani.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare se l'immobile presenta balconi e/o terrazze e lo stato di conservazione degli elementi che li compongono (ad es. balaustre, piastrelle, rivestimenti). Il livello di vulnerabilità è dato dalla combinazione dei due tipi di valutazione.	Presenza di balconi e terrazze Stato di conservazione	SI/NO Pessimo, Buono, Ottimo	SI (Pessimo)	SI (Buono)	SI (Ottimo) NO	n.d.	Ludena et al., 2016										
Caratteristiche della copertura	VV_5	Tipologia di chiusura orizzontale superiore	L'indicatore valuta la forma della copertura. La presenza di uno o più falde rappresenta un elemento favorevole alla riduzione dei carichi di sollevamento da vento rispetto ai tetti piani maggiormente soggetti a tale fenomeno, soprattutto in assenza di parapetti ed elementi aggettanti.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la tipologia di copertura considerando le seguenti tipologie: 1) tetto piramidale; 2) tetto a padiglione; 3) tetto a due falde; 4) tetto a falda unica; 5) tetto a volta; 6) tetto piano; 7) tetto piano con parapetto. Nella valutazione tenere presente che in un tetto a forma piramidale la forza di sollevamento determinata dal vento è inferiore rispetto agli edifici con tetto a padiglione o a falde. Inoltre, un tetto dalla forma curva, ad esempio a volta, consente al vento di fluire efficacemente sulla struttura, riducendo al minimo gli impatti in caso di vento forte.	Tipologia di copertura	Adimensionale	Tetto a una falda Tetto piano	Tetto a padiglione Tetto a due falde Tetto piano con parapetto	Tetto piramidale Tetto a volta	n.d.	Prasad et al. 2009; Keote et al., 2014; Walujodjati et al., 2021; Papathoma-Köhle et al., 2023										
	VV_6	Pendenza della copertura	L'indicatore valuta la pendenza della copertura. L'inclinazione determina la vulnerabilità della struttura all'azione del vento: più è ripida la pendenza del tetto, minore è la vulnerabilità della struttura all'impatto del vento, in quanto il carico di sollevamento sarà inferiore. Tuttavia, pendenze troppo elevate potrebbero dar luogo alla formazione di carichi laterali elevati sulle coperture.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la pendenza della copertura tenendo in considerazione i risultati dei seguenti studi. Papathoma-Köhle et al. (2023) afferma che maggiore è la pendenza, minore è il carico di sollevamento, con soglie che vanno da 20° a 45°. Una pendenza inferiore a 20° può determinare un effetto di suzione più critico rispetto a tetti con inclinazioni superiori a 30° (Ozmen et al., 2016). I tetti piani (<5°) possono subire danni soprattutto lungo gli angoli e i bordi, dove la pressione del vento può causare il sollevamento delle gronde (Papathoma-Köhle et al., 2023). Inoltre, bisogna tenere conto che pendenze elevate possono dar luogo a carichi laterali importanti, e pertanto i valori consigliati sono compresi tra 40° e 50° (Bosek, 2020).	Pendenza della copertura (p) °	* p < 20° p > 50°	20° ≤ p < 40°	40° ≤ p < 50°	n.d.	Xing et al., 2018 Bosek, 2020 Papathoma-Köhle et al., 2023											
	VV_7	Materiale del manto di copertura	L'indicatore valuta la tipologia di rivestimento utilizzata per il manto di copertura.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare il materiale utilizzato per il manto di copertura tenendo in considerazione gli aspetti elencati nel seguito. Il tetto in tegole può subire la rottura e/o lo schiacciamento a causa dei detriti trasportati dal vento, ad esempio rami di alberi, ghiaia o attrezzature da giardino. Di conseguenza, dopo l'impatto, le tegole possono subire un allentamento ed essere spazzate via. Il tetto con tegole in cemento o con scandole in legno è più resistente ma non come le coperture metalliche che, sebbene potenzialmente soggette a sollevamenti e distacchi in presenza di venti molto forti, rappresentano la soluzione meno vulnerabile (Huang et al., 2009; Home Run Financing, 2021; Underwood, 2022).	Materiale del manto di copertura	Adimensionale	Tegole in argilla, ardesia, asfalto	Tegole in cemento Scandole di legno	Copertura metallica (ad es. lamiera grecata)	n.d.	Huang et al., 2009 Home Run Financing, 2021 Underwood, 2022										
Caratteristiche delle chiusure verticali e orizzontali trasparenti	VV_8	Aperture	L'indicatore valuta la quantità e la distribuzione delle aperture sulle superfici della costruzione, che influenzano direttamente i valori di pressione interna. Se la costruzione presenta aperture diffuse ma di piccole dimensioni (porosità distribuita), queste agiscono da filtro sulla variazione della pressione interna, che tende a raggiungere un valore di equilibrio statico pari alla media delle pressioni esterne in corrispondenza delle aperture, pesate rispetto all'area di ciascuna apertura. Viceversa, se le dimensioni delle aperture hanno una certa rilevanza, la pressione interna è influenzata dalla variazione delle pressioni esterne in corrispondenza delle aperture stesse; quindi il valore del coefficiente di pressione interna assume valori assoluti più elevati, associati alla posizione ed alla dimensione delle aperture (CNR, 2008).	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la quantità e distribuzione delle aperture secondo la seguente classificazione: 1) edifici con percentuale di aperture maggiore del 30% (se su almeno due facce dell'edificio, o sulla copertura, l'area totale delle aperture presenti su ogni faccia supera il 30% della superficie totale della faccia stessa, o della copertura); 2) Edifici con una superficie dominante (superficie dotata di un'area totale di aperture pari ad almeno il doppio della somma delle aree delle aperture presenti sulle rimanenti superfici); 3) edifici con distribuzione uniforme di aperture (porosità distribuita in maniera circa uniforme) (CNR, 2008).	Distribuzione delle aperture	%	Edifici con percentuale di aperture maggiore del 30% Edifici con una superficie dominante	n.d.	Edifici con distribuzione uniforme di aperture	n.d.	CNR, 2008										
	VV_9	Serramenti esterni	L'indicatore valuta la presenza di serramenti esterni a protezione delle chiusure trasparenti, che svolgono un ruolo significativo nella determinazione della vulnerabilità complessiva dell'edificio. Essi hanno la funzione di ridurre la pressione del vento sul serramento interno e l'azione dei detriti trasportati.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la presenza e tipologia di serramenti esterni tenendo presente gli aspetti esposti nel seguito. I serramenti che necessitano di essere chiusi dall'esterno, come le persiane (fisse o a lamelle apribili) e gli scuri, possono presentare una maggiore vulnerabilità connessa all'apertura momentanea dell'infisso interno e al conseguente ingresso dei flussi di vento che potrebbero rendere difficile la chiusura.	Tipologia di serramenti esterni	Adimensionale	Finestre non protette	Avvolgibili Persiane Scuri	Persiane automatizzate	n.d.	n.d.										

VULNERABILITÀ												
Categoria di vulnerabilità	Indicatori											
	ID	Nome	Descrizione	Valutazione	Modalità di analisi	Parametro	Unità di misura	Livello di vulnerabilità: ALTA	Livello di vulnerabilità: MEDIA	Livello di vulnerabilità: BASSA	Normativa/Standard di riferimento	Reference
Vegetazione	VV_10	Prossimità degli alberi	L'indicatore valuta la prossimità dell'edificio agli alberi che potrebbero determinare impatti rilevanti su edifici e persone, negli spazi sia interni sia esterni, connessi alla potenziale rottura e caduta di rami e allo sradicamento.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare che la distanza degli alberi dall'edificio (d) sia pari almeno all'altezza degli alberi stessi (h).	Distanza degli alberi dagli edifici (d)	m	d<h	d=h	d>h	n.d.	n.d.
	VV_11	Stabilità degli alberi	L'indicatore valuta la stabilità degli alberi al fine di determinare il livello di sicurezza statica e programmare il monitoraggio nel tempo.	Quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la capacità di un albero di resistere alle sollecitazioni del vento mediante il calcolo del parametro "Sicurezza Statica di Base" (SSB) mediante il metodo SIA (Statics Integrated Assessment). La valutazione secondo questo metodo è effettuata senza strumentazione ed è funzione di numerosi parametri di riferimento (specie, altezza, diametro del fusto, forma della chioma, posizione dell'albero rispetto ai venti dominanti) che permettono di determinare il valore di SSB: valori superiori a 100% garantiscono la stabilità della pianta, mentre valori prossimi o inferiori a 100% indicano che la pianta non dà garanzie di sicurezza, e non sono ammissibili difetti interni (Giachini, 2007). Il tool presente al link seguente consente di effettuare una valutazione immediata: https://www.arboa.com/it/calcolo-sia .	Sicurezza Statica di Base (SSB)	%	SSB ≤ 100 %	n.d.	SSB > 100%	n.d.	Giachini, 2007
	VV_12	Propensione al cedimento	L'indicatore valuta la stabilità degli alberi al fine di evidenziare i punti critici e i difetti, determinare il livello di sicurezza statica e programmare il monitoraggio nel tempo.	Qualitativa	alutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la stabilità degli alberi sulla base di un'indagine visiva (Visual Tree Assessment - VTA) e attribuire una classe di propensione al cedimento così come determinata nella seguente classificazione (SIA, n.d.): A) trascurabile; B) bassa; C) moderata; C/D) elevata; D) estrema. In casi particolarmente critici, esaminare e valutare anche le porzioni di albero non visibili (radici) allo scopo di verificarne la consistenza e la resistenza allo scalfamento o irbaltamento (ad es. pulling test, metodo SIM).	Classe di propensione al cedimento	Adimensionale	Classe C/D Classe D	Classe C	Classe A Classe B	n.d.	SIA, n.d. gestireilverde, n.d.

E. Siccità

VULNERABILITÀ												
Categoria di vulnerabilità	Indicatori											
	ID	Nome	Descrizione	Valutazione	Modalità di analisi	Parametro	Unità di misura	Livello di vulnerabilità: ALTA	Livello di vulnerabilità: MEDIA	Livello di vulnerabilità: BASSA	Normativa/Standard di riferimento	Reference
Siccità												
Caratteristiche del suolo	VS_1	Tipologia di suolo	L'indicatore valuta il tipo di suolo di fondazione, che potrebbe rappresentare un fattore di vulnerabilità in quanto la materia inorganica di cui si compone subisce gli effetti negativi dovuti alle variazioni del contenuto di umidità presente nel terreno. Nello specifico, i terreni a grana grossa, come sabbia e ghiaia, sono soggetti principalmente a cedimenti istantanei non correlati a condizioni di siccità. I terreni a grana fine e finissima (limo e argilla), invece, subiscono cedimenti differenziali a causa di eventi siccitosi prolungati nel tempo che possono determinare problemi alle fondazioni degli edifici.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare la tipologia di suolo di fondazione del sito di interesse secondo la classificazione proposta nello Unified Soil Classification System (USCS): 1) suoli a granulometria grossolana (sabbia e ghiaia); 2) suoli a grana fine (limo); 3) suoli a grana molto fine (argilla).	Tipologia di suolo di fondazione	Adimensionale	Suolo a grana molto fine (argilla)	Suolo a grana fine (limo)	Suolo a grana grossa (sabbia e ghiaia)	n.d.	n.d.
Vegetazione	VS_2	Specie resistenti alla scarsità idrica	L'indicatore valuta la tipologia di alberi, arbusti e la vegetazione al suolo presenti nel sito di intervento in relazione alla capacità di resistere a condizioni di stress idrico.	Qualitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Verificare se gli alberi, gli arbusti e la vegetazione al suolo presenti nel sito di intervento appartengono a specie arboree resistenti alla scarsità idrica e calcolare la percentuale sul totale degli alberi presenti. A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, si riporta la seguente lista: bagolaro comune (celtis occidentalis), pino bianco orientale (pinus strobus), mimosa (acacia dealbata), albero di Giuda (cercis siliquastrum), albero della pioggia dorata (koeleruteria panicolata), Cipresso di Lawson (chamaecyparis lawsoniana), cipresso (cupressus semprevirens), ginepro (juniperus L.), oleandro (nerium oleander L.), carrubo (ceratonia siliqua), lavanda (lavandula), achillea (achillea millefolium), rudbeckia, euforbia (euphorbia x martini), sedum, cisto rosso (cistus creticus), salvione giallo (phlomis fruticosa L.), salvia (salvia L.).	Alberi resistenti alla scarsità idrica	SI/NO	NO	n.d.	SI Assenza di alberi	n.d.	MSU, 2014 NYBG, 2022 RHS, n.d.
Gestione della risorsa idrica	VS_3	Sistemi di gestione della risorsa idrica	L'indicatore valuta la presenza e la tipologia di sistemi per la gestione della risorsa idrica nel sito di intervento.	Quali-quantitativa	Valutazione tecnica da svolgere in fase di indagini conoscitive preliminari Quali e quanti sistemi di gestione della risorsa idrica sono previsti? Effettuare la valutazione considerando le seguenti categorie: 1) sistemi per la raccolta, lo stoccaggio e il riuso delle acque piovane; 2) sistemi per la riduzione dei consumi idrici all'interno dell'edificio; 3) sistemi per favorire la ricarica della falda acquifera.	Presenza di sistemi per la gestione della risorsa idrica	SI/NO	NO	SI (solo 1)	SI (3)	n.d.	n.d.